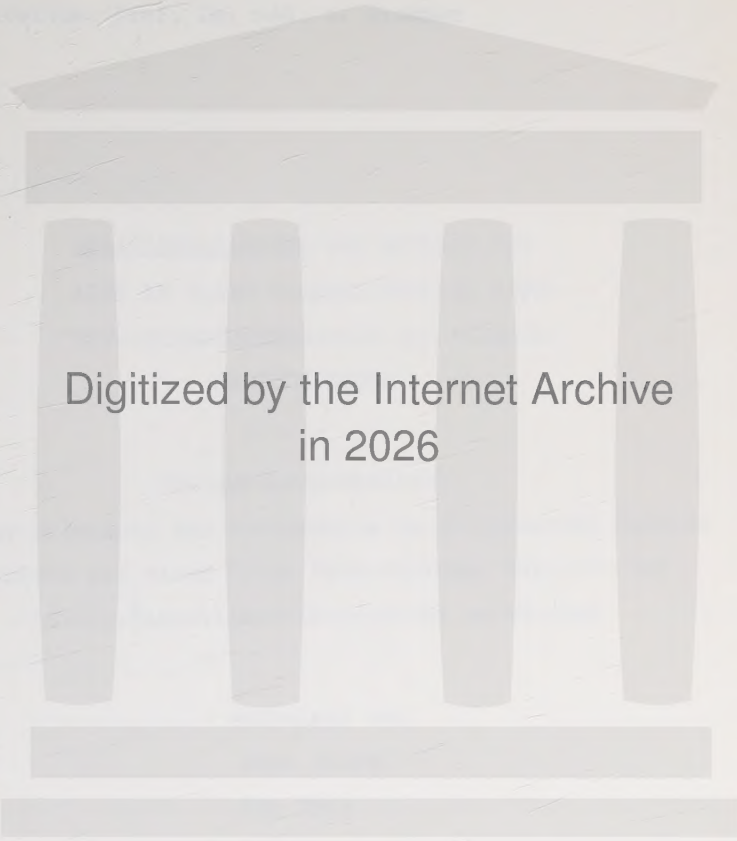


**STRAHLENBELASTUNG VON PATIENT UND
ARZT AN EINEM FERNBEDIENBAREN
RÖNTGEN-UNTERSUCHUNGSGERÄT MIT
FERNSEHDURCHLEUCHTUNG**

Jana Rippel

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551921_0026

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. J. Lissner

STRAHLENBELASTUNG VON PATIENT UND
ARZT AN EINEM FERNBEDIENBAREN RÖNT-
GEN-UNTERSUCHUNGSGERÄT MIT FERNSEH-
DURCHLECHTUNG

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Jana Rippel
aus Prag

München

1973



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. J. Lissner

Mitberichterstatter:

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Januar 1974

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Einleitung</u>	1
<u>Fragestellung und Methodik</u>	3
<u>Ergebnisse</u>	7
<u>Diskussion und Schlußfolgerungen</u>	15
<u>Zusammenfassung</u>	30
<u>Literaturverzeichnis</u>	I - III

Einleitung

Technische Neuheiten auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik sollten nicht nur vom Standpunkt der verbesserten Untersuchungsmöglichkeiten beurteilt werden, sondern sie sollten auch hinsichtlich der Strahlenbelastung für Arzt und Patient vertretbar sein.

Das Orbiskop- "ein Untersuchungsgerät mit freizügiger Projektion" (Siemens) - bringt neben den schon bekannten Vorzügen des Röntgenfernsehens, wie helleres Bild und Zeitersparnis, eine Erweiterung der Durchleuchtungsmöglichkeiten dadurch, daß der Patient in die verschiedensten Projektionsrichtungen gebracht werden kann. Das geschieht außer durch die bisher schon üblichen Bewegungsmöglichkeiten (Verschiebung des Nutzstrahlenbündels in Körperlängsrichtung und quer dazu sowie Kippung der Untersuchungsplatte) durch die zusätzlichen Möglichkeiten, den in einer Mulde festgeschnallten Patienten auf elektrischem Wege bis zu $\pm 90^\circ$ um seine Achse zu drehen, und die Richtung des Nutzstrahlenbündels bis zu 180° um dieselbe Achse zu schwenken. Das Steuerpult, das auch den Fernsehmonitor trägt, ist selbständig an der Decke fahrbar befestigt, und der Untersucher kann den Abstand vom Untersuchungsgerät in einem Bereich von unmittelbarer Patientennähe (Nahbedienung, Abb. 1) bis zu etwa 3 m (Fernbedienung, Abb. 2) frei wählen. Je nach dem Zustand und der Ängstlichkeit des Patienten wird dabei der Arzt mehr die Nähe des Patienten oder den Strahlenschutz durch Abstand bevorzugen.

Röntgenröhre und Bildverstärker (BV) sind - im Gegensatz zu den Standard-Untersuchungsgeräten - starr gekoppelt, der Abstand Fokus-BV-Eingangsschirm beträgt 100 cm gegenüber ca. 70 cm, wodurch von vornherein die Eintrittsdosisleistung am Patienten, relativ zur Austrittsdosisleistung, geringer ist.

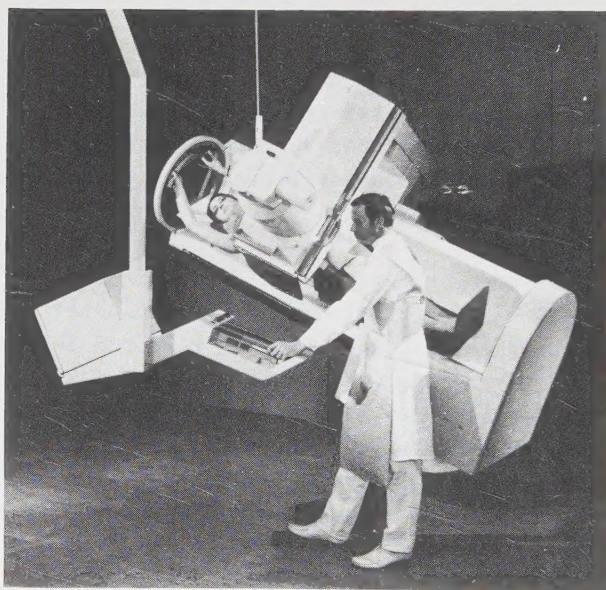


Abb. 1. Röntgen-
untersuchung am
Orbiskop, Arzt
mit Bedienpult
nahe am Patienten

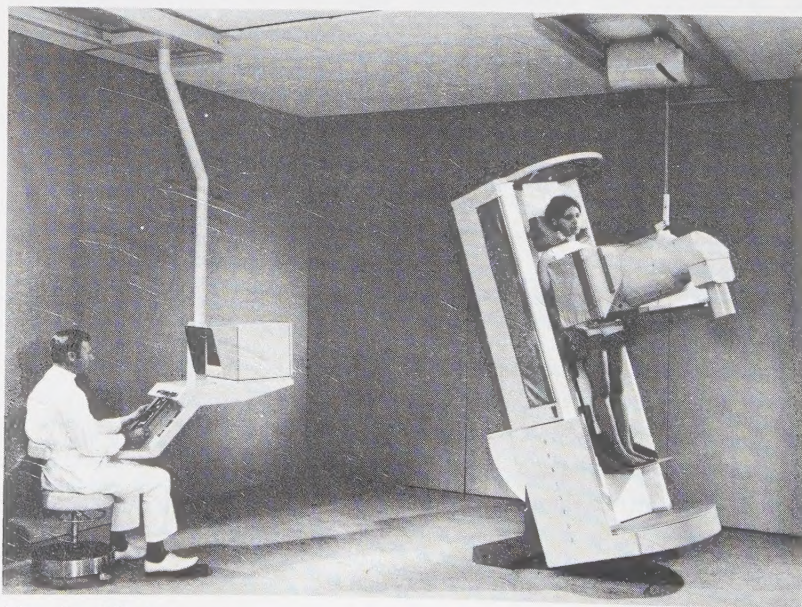


Abb. 2. Röntgenuntersuchung am Orbiskop, Arzt mit Bedienpult
in ca. 2 m Abstand vom Patienten.

Fragestellung

Zweck der hier vorgelegten Arbeit war es, die Strahlenbelastung für Arzt und Patienten während der Untersuchungstätigkeit an einem Orbiskop über einen Zeitraum von einigen Monaten experimentell zu bestimmen.

Das Orbiskop war verbunden mit einem Zwölfpulsgenerator "Gigantos" und einer Hochleistungsröntgenröhre. Außerdem war die Anlage ausgestattet mit einer automatischen Helligkeitssteuerung, d. h. die Röntgenröhrenspannung und die Röhrenstromstärke wurden vom Generator selbsttätig so eingestellt, daß die Dosisleistung am Bildverstärkereingangsschirm stets einen vorher wählbaren festen Wert hatte.

Methodik

Die Untersuchungsanordnung am Orbiskop bei stehendem Patienten zeigt schematisch Abb. 3.

Zur Beurteilung der Strahlenbelastung des Patienten (I) wurden folgende Größen gemessen:

- I) 1. das Flächendosisprodukt ($D \cdot t$; 2), und zwar sowohl während der Durchleuchtung als auch während der Zielaufnahmen,
2. die Durchleuchtungszeit,
3. die Oberflächendosisleistung (D) an der Eintrittsseite des Patienten (Eintrittsdosisleistung),
4. die mittlere Eintrittsfeldgröße,
5. Anzahl und Format der (Ziel-) Aufnahmen.

Als Maße für die Strahlenbelastung der Umgebung (II) dienten folgende Meßgrößen:

- II) 1. die wöchentlich am Kopf des Untersuchers auftretende Dosis,
2. die wöchentlich am Rumpf des Untersuchers auftretende Dosis,

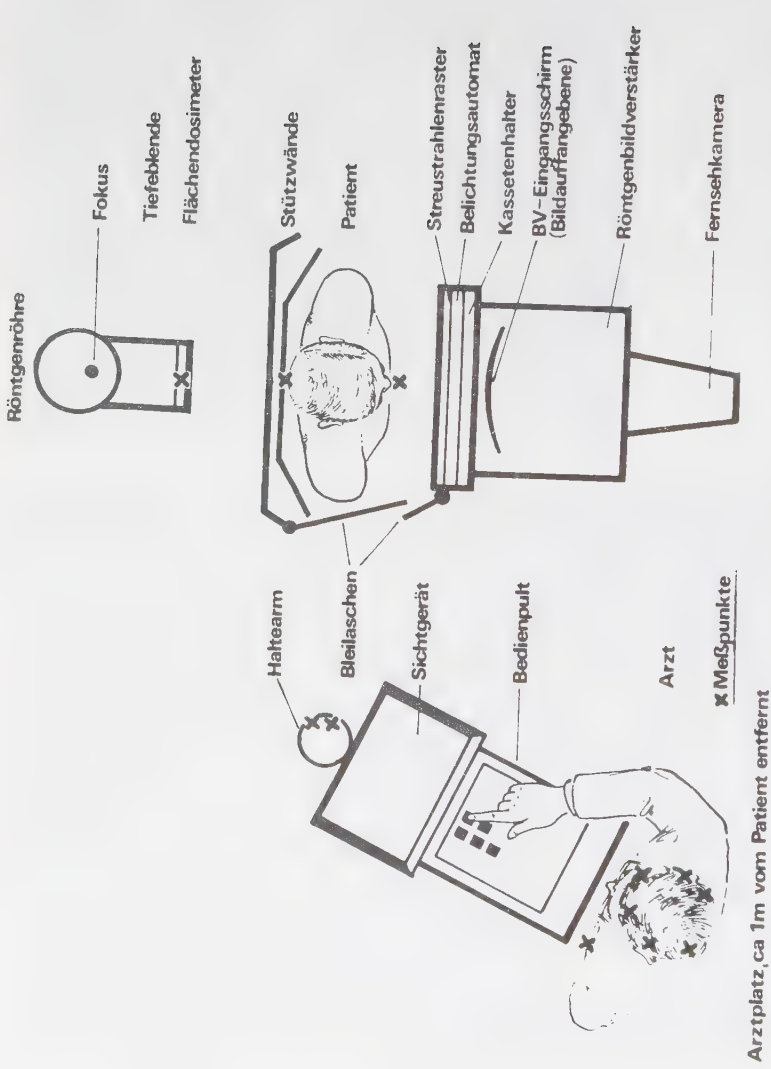


Abb. 3. Untersuchungsanordnung am Orbiskop bei stehendem Patienten, schematisch.

3. die wöchentlich am Haltearm des an der Decke fahrbar aufgehängten Bedienungspultes auftretende Ortsdosis,
4. der mittlere Abstand zwischen Untersucher und Patient,
5. die apparativen Strahlungsbedingungen,
6. die Patientenfrequenz.

Dabei war im allgemeinen die Helligkeitsregelung der Anlage auf eine Eingangs-dosisleistung am BV von 20 μ R/sec eingestellt. Alle Strahlendosen (Gleichgewicht-Ionendosen) wurden mit Ionisationskammern (Zylinderkammern mit dünnen luftäquivalenten Wänden) eines Kondimeters (Physikalisch-Technische Werkstätten Dr. Pychlau KG) gemessen, das Flächendosisprodukt mit einem Dosiplangerät (Siemens), Eintritts- und Austrittsdosisleistung mit den Ionisationsdosimetern "Portable Elektrometer Model 37 A" (Elektronic Instruments Ltd/Engl.) und "TOL/D" (Berthold-Frieseke). Die Meßpunkte sind in Abb. 3 mit eingetragen. Die Kalibrierfaktoren für jede Kammer wurden im benutzten Strahlenqualitätsbereich mit einem Sekundärstandarddosimeter (Küstner-Pychlau) bestimmt. Dabei war die Meßunsicherheit kleiner als $\pm 5 \%$.

Zu I) 1., 2. und 5.

Flächendosisprodukt, Durchleuchtungszeit, Anzahl und Format der Zielaufnahmen wurden nach jeder Röntgenuntersuchung eines Patienten, einschließlich Nachdurchleuchtung notiert. Diese Aufzeichnungen waren Grundlage für die Auswertung der Strahlenbelastung des Patienten und Bezugswert für die Strahlenbelastung der Umgebung.

Um die Zusammenhänge zwischen Patientenfrequenz - gesondert für jedes der untersuchten Organe betrachtet - und den verschiedenen Meßgrößen besser herausarbeiten zu können, wurde als Meßzeitraum jeweils 1 Woche genommen.

Zu I) 3.

Die Eintrittsdosisleistung wurde an einem "Menschphantom" (Alderson) im Bereich des Abdomens (a.p. $\varnothing$ 22 cm) gemessen, und zwar bei verschiedenen Wertepaaren von Röhrenspannung und Röhrenstrom, wie sie während einiger der an den Patienten durchgeführten Röntgenuntersuchungen an den Anzeigeinstrumenten

abgelesen wurden (s. Tab. 11), damit das gesamte Ausmaß der vorkommenden Oberflächendosen erfaßt wurde.

Zu I) 4.

Mittels eines Metallmaßstabes wurde der mittlere Vergrößerungsfaktor zwischen Eintrittsfeldgröße (Querschnitt des Nutzstrahlenbündels an der röhrennahen Oberfläche des Patienten) und Bildfeldgröße bestimmt. Er betrug etwa 1,4, d. h. bei 22,5 cm Durchmesser des Monitorkreisbildes entsprach die größte diesem Kreis eingeschriebene quadratische Bildfläche von 256 cm^2 einer Eintrittsfeldgröße von knapp 200 cm^2 , und die größte nutzbare Eintrittsfeldgröße (die Quadratseiten der Blendenöffnung bilden die Tangenten an den BV-Kreis^{x)} betrug ca. 360 cm^2 .

Die auf diese Weise festgestellte mittlere Eintrittsfeldgröße lag - nicht sehr unterschiedlich bei den verschiedenen untersuchten Organen - zwischen 70 und 360 cm^2 .

Zu II) 1. - 3.

Dazu wurde: 6 Kondimeter-Ionisationskammern ($\varnothing 15 \text{ mm}$) an einer Mütze angebracht, die der Untersucher während der Untersuchung trug. 2 weitere solche Meßkammern trug der Untersucher in der Brusttasche unter der Bleigummischürze ($0,25 \text{ mm Pb}$). Ferner wurden am Bedienungspult noch zwei Meßkammern ($\varnothing 33 \text{ mm}$) zur Messung der Ortsdosis am Ort des Haltearms angebracht. Die Aufladung der Kammern erfolgte jeweils am Montagmorgen und die Ablesung des Ladungsverlustes am Freitag nachmittag. Die Anzeige ergab sich am Kondimeter in Skalenteilen, sie wurde zunächst hinsichtlich Nullpunkt und Selbstablauf korrigiert und dann mit dem Kalibrierfaktor multipliziert. Diese Faktoren (vgl. S. 5) ergaben sich für alle benutzten Kammern gleicher Größe nahezu konstant. Für die 15-mm-Kammern betrug der Mittelwert $1,65 \text{ mR/Skt.}$, die Abweichungen der Einzelwerte lagen innerhalb von $\pm 6 \%$, so daß sie bei den Auswertungen nicht berücksichtigt zu werden brauchten. Der Meßbereich mit diesen Kammern umfaßte Gleichgewicht-Ionendosen von 10 bis 600 mR.

^{x)} Diese Stellung nahmen die Blenden bei automatischer Formatwahl ein.

Für die 33-mm-Kammern betrug der Mittelwert 0,13 mR/Skt., die Abweichungen der Einzelwerte lagen hierbei innerhalb der Reproduzierbarkeitsgrenzen. Der Meßbereich für diese Kammern umfaßte Gleichgewichtungendosen von 1 bis 60 mR.

Ergebnisse

In der Zeit vom 19. 6. bis 6. 10. 1972 wurden während 13 Wochen 580 Patienten mit dem Orbiskop untersucht. Dabei schwankte die wöchentliche Patientenzahl zwischen 40 und 60 Patienten. Die Aufgliederung des Krankengutes bringt Tab. 1.

Tabelle 1

Aufstellung der durchgeführten Röntgenuntersuchungen.

Untersuchungsobjekt	Zahl der Patienten
Lunge und Herz	300
Trachea	39
Oesophagus	37
Magen	114
Galle	33
Darm mit Kontrasteinlauf	20
Andere	37
Gesamt	580

Die Durchleuchtungszeit während dieser 13 Wochen betrug insgesamt 45 Stunden, das sind pro Woche durchschnittlich knapp 3,5 Stunden.

Während der Durchleuchtungsarbeit wurden 1 642 Zielaufnahmen gemacht. Aufnahmeformate waren 13/18 cm (229 Aufnahmen), 18/24 cm (871 Aufnahmen) und 24/30 cm (552 Aufnahmen). Das insgesamt sich ergebende Flächendosisprodukt betrug $1\,339\,700 \text{ R.cm}^2$, die wöchentlich gemessenen Werte lagen zwischen $56\,000 \text{ R.cm}^2$ und $173\,000 \text{ R.cm}^2$, waren also um den Faktor 3 unterschiedlich.

Tab. 2 gibt eine Zusammenstellung der wöchentlich erreichten Patientenzahlen, Durchleuchtungszeiten, Aufnahmezahlen sowie der Flächendosisprodukte.

Tabelle 2

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Patienten-
meßwerte, summiert über alle Röntgenuntersuchungen.

Zeit- raum Woche	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit Min.	Aufnahmen Anzahl	Flächen- dosisprod. R.cm ²
1.	31	209	131	98 800
2.	35	225	139	80 990
3.	52	169	128	56 030
4.	41	175	108	67 410
5.	39	189	96	90 180
6.	47	238	129	102 840
7.	50	275	188	138 870
8.	49	237	130	127 690
9.	48	177	93	87 490
10.	47	193	107	82 580
11.	59	256	153	139 970
12.	43	158	87	93 760
13.	42	220	153	173 090
Gesamt	580	2 721	1 642	1 339 700

Tabelle 3 enthält die 3 rahlendosen, die in der Umgebung des Patienten, insbesondere am Untersucher auftraten. Von den am Kopf gemessenen Werten wurden nur die Maximalwerte wiedergegeben, die stets, wie zu erwarten, auf der rechten Kopfseite auftraten, je nach Untersucher mehr vorn oder mehr hinten (vgl. Abb. 1 - 3). Die Körpergröße der Untersucher schwankte zwischen 1,60 m und 1,85 m und es wurde im allgemeinen mit Schutzschürze (0,25 mm Pb) gearbeitet. Dagegen mußte öfters festgestellt werden, daß die am Gerät angebrachten umklappbaren Bleilaschen (Abb. 3) nicht ihrem Zweck entsprechend benutzt wurden. Der Abstand zwischen Untersucher und Patienten war nicht sehr unterschiedlich. Er betrug im Mittel ca. 1 m.

Tabelle 3

Strahlenbelastung in der Umgebung des Orbiskops, gemessen am Kopf und in der Brusttasche des Untersuchers sowie am Bedienpult. Zum Vergleich die jeweiligen Flächendosisprodukte.

Zeit- raum	Fl.D.Prod. R.cm ²	Personendosis		Ortsdosis Bedien-Pult mR
		Kopf ^{*)} mR	Brusttasche mR	
1.	98 800	57	7	29,5
2.	80 990	61	13	28,5
3.	56 030	24	12	12,5
4.	67 410	41,3	10	21,7
5.	90 180	44	-	23,2
13.	173 090	55	6	27,5

In Tabelle 4 - 10 wurden die in Tab. 2 summarisch angegebenen Meßwerte für die verschiedenen Untersuchungsgruppen einzeln herausgezogen.

*) Größter Wert der 6 am Kopf getragenen Meßkammern.

Tabelle 4

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Patienten-Meßwerte bei Röntgenuntersuchungen von Lunge und Herz.

Zeit- raum	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit	Aufnahmen		Flächen- dosisprodukt
			Anzahl	Ges.Fläche	
Woche		Min.		cm ²	R.cm ²
1.	12	27	3	1 188	5 860
2.	17	22	3	2 160	7 480
3.	30	62,5	8	4 896	16 350
4.	23	41	2	1 440	14 750
5.	17	31	1	432	10 920
6.	22	53	9	3 644	11 530
7.	18	40	3	1 872	15 300
8.	28	66	3	1 296	20 170
9.	30	51	4	2 304	16 230
10.	29	61	-	-	13 340
11.	34	69	10	4 770	17 740
12.	26	39	2	468	10 670
13.	14	32	3	1 878	7 840
Gesamt	300	594,5	51	26 348	168 180

Tabelle 5

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Meßwerte bei Röntgenuntersuchungen der Trachea.

Zeit- raum	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit	Aufnahmen		Flächen- dosisprodukt
			Anzahl	Ges.Fläche	
Woche		Min.		cm ²	R.cm ²
1.	3	7	10	7 200	1 640
2.	-	-	-	-	-
3.	8	16,5	36	25 344	5 240
4.	4	8,5	16	11 520	2 070
5.	3	6,5	14	10 080	2 430
6.	2	5	6	4 320	1 570
7.	4	13	12	8 640	4 830
8.	3	4	12	8 640	1 440
9.	2	8	9	6 480	1 670
10.	2	7	10	7 200	2 090
11.	3	6	12	8 640	1 960
12.	2	6	10	7 200	1 810
13.	3	5,5	12	8 640	2 470
Gesamt	39	93	159	113 904	29 220

Tabelle 6

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Meßwerte
bei Röntgenuntersuchungen des Oesophagus.

Zeit- raum	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit	Aufnahmen		Flächen- dosisprodukt
			Anzahl	Ges.Fläche	
Woche		Min.		cm ²	R.cm ²
1.	5	7,5	18	9 684	7 830
2.	2	7,5	10	6 228	4 400
3.	5	23	21	12 996	7 520
4.	2	10,5	11	6 768	2 780
5.	4	20	15	10 800	9 730
6.	3	18	14	9 108	7 170
7.	4	12	12	5 544	4 250
8.	3	12	14	7 182	8 070
9.	-	-	-	-	-
10.	-	-	-	-	-
11.	5	25	20	11 520	8 000
12.	1	3,5	4	2 880	2 280
13.	3	8	13	8 874	5 590
Gesamt	37	147	152	205 488	67 620

Tabelle 7

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Meßwerte
bei Röntgenuntersuchungen des Magens.

Zeit- raum	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit	Aufnahmen		Flächen- dosisprodukt
			Anzahl	Ges.Fläche	
Woche		Min.		cm ²	R.cm ²
1.	7	142	83	33 354	68 730
2.	9	180	108	46 134	63 950
3.	7	62	55	16 604	25 580
4.	6	86	54	24 138	31 290
5.	12	117	58	25 678	56 210
6.	9	21	81	33 846	46 320
7.	10	151	116	47 244	79 670
8.	7	136	80	33 300	85 840
9.	6	83	58	24 200	56 760
10.	8	105	80	37 170	54 620
11.	10	116	90	43 056	77 690
12.	8	70	43	19 224	40 490
13.	15	139	99	45 900	125 990
Gesamt	114	1 503	1 005	429 848	813 140

Tabelle 8

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Meßwerte
bei Röntgenuntersuchungen der Galle.

Zeit- raum	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit Min.	Aufnahmen		Flächen- dosisprodukt R.cm ²
			Anzahl	Ges.Fläche cm ²	
Woche					
1.	2	11	8	1 872	2 320
2.	2	11	11	4 752	1 960
3.	-	-	-	-	-
4.	5	20	22	10 062	6 580
5.	1	5	5	3 312	2 360
6.	3	9,5	10	4 104	5 620
7.	4	23	24	8 784	8 820
8.	5	9	16	6 912	7 930
9.	3	9	11	5 040	8 620
10.	3	13	13	5 616	8 170
11.	1	3	4	936	3 480
12.	2	6	10	4 320	5 670
13.	2	5	8	3 258	3 960
Gesamt	33	124,5	142	58 968	65 490

Tabelle 9

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Meßwerte
bei Röntgenuntersuchungen des Darms mit Kontrasteinlauf.

Zeit- raum	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit Min.	Aufnahmen		Flächen- dosisprodukt R.cm ²
			Anzahl	Ges.Fläche cm ²	
Woche					
1.	2	14	9	6 480	12 420
2.	-	-	-	-	-
3.	-	-	-	-	-
4.	1	9	3	2 160	9 940
5.	1	7	1	720	8 120
6.	3	24	5	3 600	26 970
7.	2	17	5	2 736	19 700
8.	-	-	-	-	-
9.	-	-	-	-	-
10.	-	-	-	-	-
11.	4	30	16	8 540	28 140
12.	3	33	16	7 380	32 360
13.	4	29	17	9 828	27 010
Gesamt	20	163	72	41 444	164 660

Tabelle 10

Zusammenstellung der je Woche ermittelten Meßwerte bei Röntgenuntersuchungen von Sella, Nasennebenhöhlen, Rippen u.a.

Zeit- Woche	Zahl der Patienten	Durchleuch- tungszeit Min.	Aufnahmen Anzahl	Ges.Fläche cm ²	Flächen- dosisprodukt R.cm ²
1.	-	-	-	-	-
2.	5	4	7	4 176	3 200
3.	2	5	8	5 760	1 340
4.	-	-	-	-	-
5.	1	2	2	1 440	410
6.	5	8	4	2 880	3 660
7.	8	19	16	8 910	6 300
8.	3	10	5	4 032	4 240
9.	7	26	11	4 914	4 210
10.	2	7	4	1 530	4 360
11.	2	7	1	432	2 960
12.	1	1	2	1 440	480
13.	1	1	1	432	230
Gesamt	37	90	61	35 946	31 390

In Tab. 11 sind die Meßwerte zusammengestellt, die sich bei der Bestimmung der Eintrittsdosisleistung unter den verschiedenen bei der automatischen Helligkeitsregulierung abgelesenen Röhrenbetriebsbedingungen ergaben. Die Anzeige der Röhrenspannung schwankte dabei - je nach untersuchtem Organ und Patientendicke bzw. seiner Stellung im Strahlengang - zwischen etwa 70 und 113 kV (entspricht der maximal möglichen Röhrenspannung von 110 kV) und die Anzeige des Röhrenstroms zwischen etwa 1 und 5 mA (s. auch Tab. 12).

Tabelle 11

Messung der Eintrittsdosisleistung bei verschiedenen Durchleuchtungsbedingungen an einem Mensch-Phantom. (Abdomen, a.p. $\varnothing$ 22 cm; mittlere Eintrittsfeldgröße 150 cm^2 ; FHA = 70 cm).

(Angezeigte) Röhrenspannung	(Angezeigter) Röhrenstrom	Eintrittsdosis- leistung
kV	mA	R/Min.
69	1,0	0,7
69	2,5	1,55
78	2,0	1,7
81	1,4	1,3
85	1,0	1,1
85	2,5	2,4
85	5,0	4,5
88	2,4	2,6 *)
94	2,0	2,4
103	2,0	2,75
103	3,5	4,8
113 (Max.)	2,0	3,2
113 (")	3,0	4,8

*) Das waren die Werte, die sich bei automatischer Helligkeitsregulierung und einer am BV vorgewählten Eingangsdosisleistung von $20 \text{ } \mu\text{R/sec}$ ergaben.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Die mitgeteilten Ergebnisse sollen näher analysiert werden. Es interessieren vor allem folgende Gesichtspunkte:

- 1) Welchen Beitrag liefern die einzelnen Untersuchungsgruppen zur gesamten Strahlenbelastung, soweit die Messung des Flächendosisproduktes darüber Aufschluß geben kann (s. Tab. 12).
- 2) Wie sind Flächendosisprodukt, Anzahl der Patienten, Anzahl der Aufnahmen und Durchleuchtungszeit korreliert (s. Abb. 4 - 7).
- 3) Wie hoch sind die Oberflächendosen am Patienten bei den verschiedenen Untersuchungen (s. Tab. 13).
- 4) Wie stehen die gefundenen Werte für die Ortsdosis am Bedienpult und für die Personendosis am Kopf und Rumpf in Beziehung zum Flächendosisprodukt und wie ist die Höhe der gefundenen Werte zu beurteilen (s. Abb. 8).
- 5) Was zeigt ein Vergleich mit bereits in der Literatur vorliegenden Werten (s. Tab. 14).

Zu 1) und 2)

Wenn man für die einzelnen Untersuchungsgruppen ihre prozentualen Anteile an den Gesamtsummen der Durchleuchtungszeit und des Flächendosisproduktes ermittelt und mit den zugehörigen Patientenzahlen vergleicht, ergeben sich die Werte der Tab. 12.

Man sieht, daß z. B. die Untersuchungsgruppe Lunge und Herz zwar mehr als die Hälfte der insgesamt untersuchten Patienten ausmacht, daß jedoch das aus diesen Untersuchungen resultierende Flächendosisprodukt, also die Strahlenbelastung der Patienten - und damit auch die in der Umgebung erzeugte Streustrahlendosis - nur ein Achtel des Gesamtwertes erreicht. Auch die insgesamt für diese Gruppe aufgewandte Durchleuchtungszeit allein beträgt nur 23 % der gesamten Durchleuchtungszeit. Das Gegenteil ist der Fall bei der Untersuchung des

Magen-Darm-Traktes: Faßt man die Patientengruppen Magen und Kontrasteinlauf zusammen, so beträgt ihr zahlenmäßiger Anteil weniger als ein Viertel, das durch sie bewirkte Flächendosisprodukt (entsprechend Strahlenbelastung) macht jedoch fast drei Viertel des Gesamtwertes aus. Bei Oesophagus und Galle verlaufen dagegen die relativen Zahlenwerte für Patientenanteil, Durchleuchtungszeit und Flächendosisprodukt erstaunlich gut parallel.

Dieses unterschiedliche Gewicht, das die verschiedenen Untersuchungsobjekte hinsichtlich der damit verbundenen Strahlenbelastung haben, wie es aus Tab. 12 hervorgeht, spiegelt sich auch in einer anderen Darstellungsweise wieder. Untersucht man nämlich, ausgehend von Tab. 2, ob sich zwischen dem wöchentlich resultierenden Flächendosisprodukt und

- a) der Zahl der Patienten je Woche,
- b) der Anzahl der Aufnahmen je Woche und
- c) der gesamten Durchleuchtungszeit je Woche

ein gesetzmäßiger Zusammenhang feststellen läßt, so ergibt sich folgender Sachverhalt: Nimmt man zunächst die Summe aller Untersuchungen je Woche, so sind die Flächendosisprodukte, wie nicht anders zu erwarten, weder mit der Zahl der untersuchten Patienten noch mit der Gesamtzahl der Aufnahmen korreliert. Mit der Durchleuchtungszeit stellt sich dagegen auch schon bei summarischer Betrachtung ein verhältnismäßig klarer Zusammenhang her, wie Abb. 4 zeigt: Fast alle 13 Punkte - bis auf 1 Aufnahme - liegen auf oder wenigstens in der Nähe einer in etwa auf den Nullpunkt zielenden Geraden, d. h. in erster Näherung kann die Summe aller Flächendosisprodukte als zur Summe aller Durchleuchtungszeiten proportional verlaufend angesehen werden.

In Abb. 5 - 7 ist das gleiche wie in Abb. 4 für die Untersuchungsgruppen Lunge und Herz, Magen und Darm getrennt dargestellt. Wie man sieht, gilt der für die Gesamtheit der untersuchten Patienten gefundene nahezu lineare Zusammenhang zwischen Flächendosisprodukt und Durchleuchtungszeit ziemlich

gut auch für diese Gruppen, die zusammen rd. 86 % des gesamten erreichten Flächendosisproduktes ausmachen (vgl. Tab. 12). Für die übrigen Organe ist wegen der zu kleinen Zahlen eine derartige Auswertung nicht sinnvoll.

Tabelle 12

Prozentuale Anteile von Patientenzahl, Durchleuchtungszeit und Flächendosis-
produkt für die verschiedenen Untersuchungsgruppen

Unter- suchung	Patienten Anzahl	Anteil %	Durchleuchtung		Flächendosis- produkt	
			Dauer Min.	Anteil %	R.cm ²	Anteil %
Lunge und Herz	300	51,7	595	21,9	168 180	12,5
Trachea	39	6,7	93	3,4	29 220	2,2
Oesophagus	37	6,4	147	5,4	67 620	5,0
Galle	33	5,7	125	4,6	65 490	4,9
Magen	114	19,7	1 508	55,4	813 140	60,7
Darm	20	3,4	163	6,0	164 660	12,4
Sonstige	37	6,4	90	3,3	31 390	2,3
Gesamt	580	100,0	2 721	100,0	1 339 700	100,0

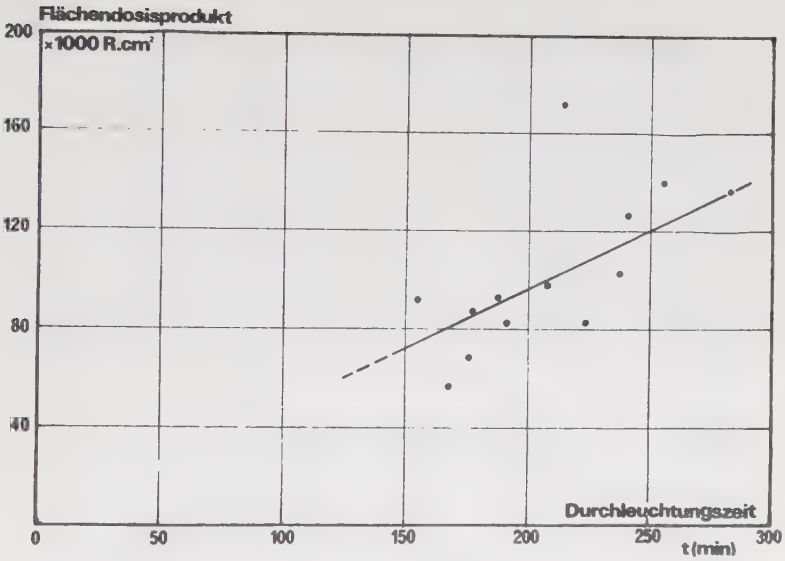


Abb. 4. Zusammenhang zwischen Flächendosisprodukt und Durchleuchtungszeit je Woche, summiert über alle Untersuchungen.

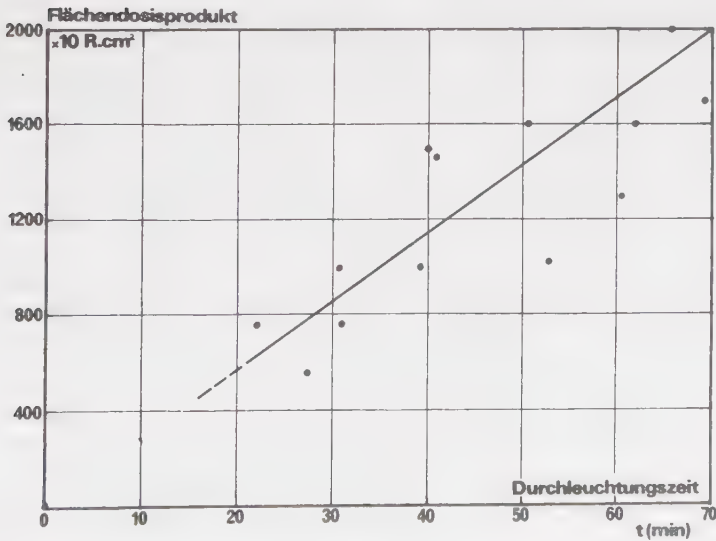


Abb. 5. Zusammenhang zwischen Flächendosisprodukt und Durchleuchtungszeit je Woche bei den Röntgenuntersuchungen von Lunge + Herz.

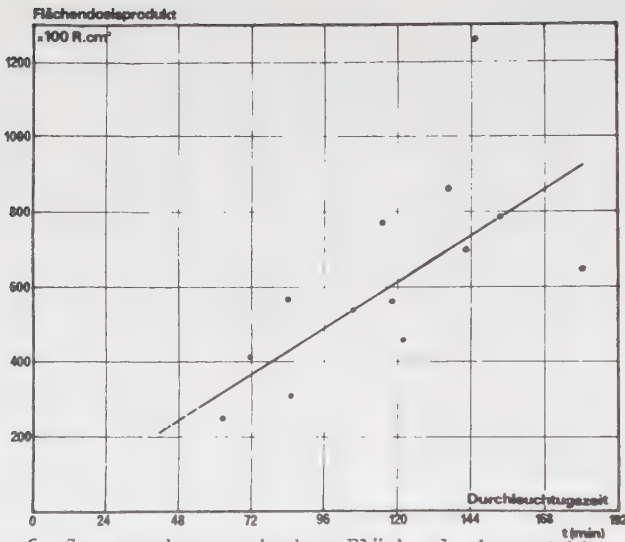


Abb. 6. Zusammenhang zwischen Flächendosisprodukt und Durchleuchtungszeit je Woche bei den Röntgenuntersuchungen des Magens.

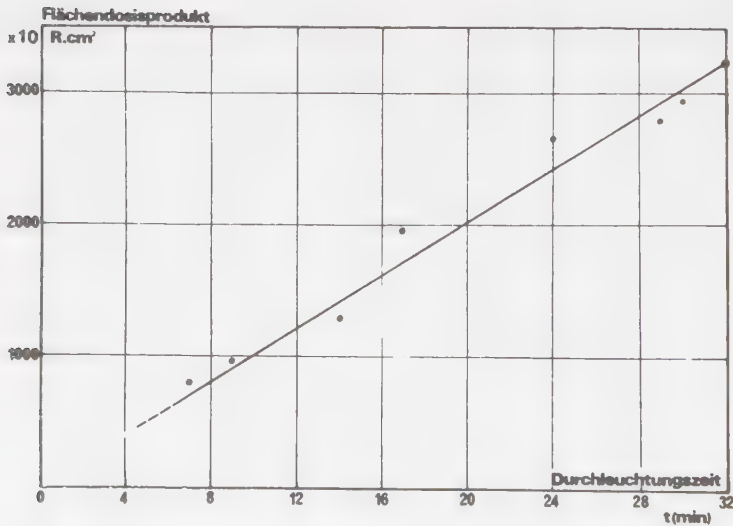


Abb. 7. Zusammenhang zwischen Flächendosisprodukt und Durchleuchtungszeit je Woche bei den Röntgenuntersuchungen des Darms.

Zu 3)

Die am Patienten ermittelten Oberflächendosen (s. Tab. 13) ergaben sich aus Eintrittsdosisleistung (s. Tab. 11), mittlerer Durchleuchtungszeit und Zahl der Aufnahmen pro Patient. Dabei wurden Werte zwischen 3,5 R (Lunge und Herz) und 42 R (Magen) errechnet, wenn vorausgesetzt wird, daß das Eintrittsfeld während der Untersuchung nicht bewegt wird. Da das in der Praxis jedoch nicht der Fall ist, liegen die wirklichen Werte niedriger. Wie aus der Tab. 13 ersichtlich, entfiel auf die Aufnahmen in keinem Falle mehr als 1/3 der Oberflächendosis.

Zu 4)

Die Abb. 8 zeigt die Zusammenhänge zwischen dem Flächen-dosisprodukt und der Ortsdosis am Bedienpult sowie den am Untersucher sich ergebenden Personendosen (am Kopf und am Rumpf). Man sieht, daß die Werte für Ortsdosis und Personendosis am Kopf in etwa zum Flächendosisprodukt proportional sind, wobei die Werte der Ortsdosis etwa halb so groß sind wie die am Kopf des Untersuchers gemessenen Maximalwerte (vgl. Tab. 3). Das ist daraus zu erklären, daß der Abstand des Untersuchers vom Patienten in der Praxis meist etwa zwei Drittel des Abstandes Haltearm-Patient betrug. Bei den unter der Bleischürze gemessenen Werten läßt sich dagegen kein gesetzmäßiger Zusammenhang mit den anderen Meßwerten feststellen. Eine Erklärung könnte darin liegen, daß gerade bei kurzzeitigen Untersuchungen die Bleischürze doch wohl nicht immer geschlossen getragen wurde, so daß Strahlen von der Seite hinter die Schürze gelangten. Am ehesten dürfte der Wert von 6 mR/Woche bei $173\ 000\ \text{R}\cdot\text{cm}^2$ die Verhältnisse richtig wiedergeben. Das heißt aber, daß der Untersucher auch bei hoher Ausnützung des Gerätes am Rumpf im Jahr insgesamt nicht mehr als 0,2 bis 0,3 R Oberflächendosis erhält. Diese Dosis verringert sich noch, wenn die seitlichen Bleilaschen stets um den Patienten herumgeklappt werden (vgl. S. 9). Nur der dem Patienten zugewandte Teil des Kopfes erhält eine deutlich höhere Dosis. Wenn die

Tabelle 13

Zusammenstellung der mittleren Meßwerte je Patient für die
verschiedenen Röntgenuntersuchungen

Unter- suchung	Anzahl der Pa- tienten	Röhren- spannungs- bereich kV	Flächendosis- produkt gesamt je Pat.		Anzahl der Aufnahmen je Pat.	Eintritts- fläche bei Durchl. cm ²	Durchleuchtungszeit je Pat. Mittelw. Bereich		Oberflächendosis am Pat.+) gesamt Anteil Aufn.		
			R cm ²	R cm ²			min	min		R	%
Lunge+Herz	300	70; 80 - 90	168	180	560	0,17	150	2,0	0,3 - 8	3,5	2
Trachea	39	90 - 105	29	220	750	4,1	80	2,4	0,5 - 6	5	32
Oesophagus	37	80 - 90	67	620	1 830	4,1	180	4,0	0,5 - 7	10	15
Magen	114	85 - 105	813	140	7 130	8,8	180	13,2	2,0 - 25	42	15
Galle	33	70 - 75	65	490	1 985	4,3	160	3,8	0,5 - 5	10	22
Darm	20	90 - 110	164	660	8 230	3,6	260	8,2	3,0 - 17	27	9

+) unter der Annahme, daß das Eintrittsfeld während der Untersuchung nicht bewegt wird

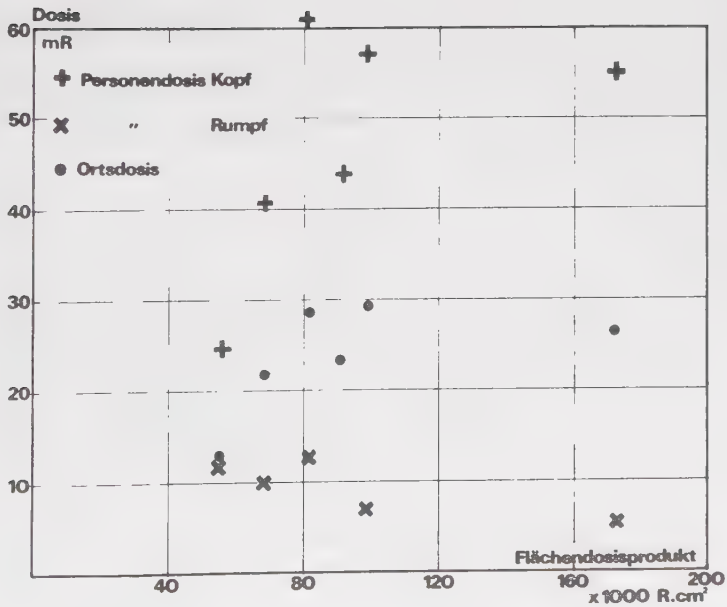


Abb. 8. Zusammenhang zwischen Personen- bzw. Ortsdosis und Flächendosisprodukt je Woche.

Ärzte, wie in unserem Falle, meist relativ nahe am Patienten stehen, kann sie bis zum zehnfachen der Dosis am Rumpf betragen. Da es sich dabei jedoch um relativ weiche Strahlung mit starkem Dosisabfall in der Tiefe und um kleine Körperbezirke handelt, da außerdem die Untersuchungen am Orbiskop sich meist auf mehrere Ärzte verteilen, braucht auch die Dosisbelastung des Kopfes nicht als kritisch angesehen werden.

Zu 5)

In Tab. 14 sind Vergleichswerte des Flächendosisproduktes und der Durchleuchtungszeit aus der Literatur mit unseren Ergebnissen zusammengestellt. Bei den Flächendosisprodukten handelt es sich in allen Fällen um die Summe aus Durchleuchtung und Zielaufnahmen.

Betrachtet man die einzelnen Organe, so ergibt sich folgendes:

A.) Thorax

Während bei uns im Mittel 2,0 Minuten durchleuchtet wurde, gibt Zieler eine durchschnittliche Durchleuchtungsdauer von 1,5 Minuten pro Patient an. Schoen, Griesser und Mitarbeiter haben mit 1,4 Minuten etwa den gleichen Wert. Arnal, Pychlau geben sogar nur 1,0 Minuten pro Patient an. Chiba liegt mit einer Durchleuchtungsdauer von 28 Sekunden am niedrigsten. Das Flächendosisprodukt pro Patient betrug bei uns 560 R.cm^2 . Für reine Durchleuchtung gibt Zieler 230 R.cm^2 und pro Aufnahme 30 R.cm^2 an. Bei Arnal, Pychlau findet man einen Wert von 560 R.cm^2 , bei Schoen, Griesser ist das Flächendosisprodukt knapp 400 R.cm^2 . Der entsprechende Wert von Chiba (190 R.cm^2) ergibt sich als Folge der kurzen Durchleuchtungszeit.

B.) Trachea

Angaben über die Durchleuchtung wurden nur bei Schoen, Griesser gefunden. Die Durchleuchtungszeit liegt mit 2,4 Minuten im Mittel pro Patient bei uns deutlich unter dem Wert bei

*) Bei den in der Arbeit angegebenen Zahlen wurde offensichtlich die Multiplikation mit 10 vergessen.

Fläschendosisprodukt und Durchleuchtungszeit bei verschiedenen
Röntgenuntersuchungen (Mittelwerte)

Eigene Messungen ¹⁾ und Literaturangaben

Unter- suchung	Zahl der Pat.	Flächen- dosis- Produkt	Durch- leuch- tungs- zeit	Auf- nah- men	Anzahl	ZIELER 1960 ⁴⁾ Fl.dosis- Produkt	ARNAL und PSYCH- LAU 1961 ³⁾		SCHOEN und GRIE- SER 1963 ⁴⁾		CHIBA 1965 ⁵⁾		
							Fl.dosis- Produkt	R cm ²	Durchl.- zeit	min	Fl.dosis Produkt	Durchl.- zeit	min
		R cm ²	min			R cm ²				R cm ²		R cm ²	min
Lunge + Herz	300	560	2,0	0,17	230		560	1,0	393	1,4	190	0,5	
Oesophagus	37	1830	4,0	4,1			3070	3,4	2310	3,9			
Magen	114	7130	13,2	8,8	2750		8130	10,3	3554	7,1	450	1,9	
Magen op. (Bill.)							4910	6,1					
Magen + Oesoph.							10400	12,4					
Galle	33	1985	3,8	4,3			1770	1,7	1375	2,1			
Darm	20	8230	8,2	3,6	3000		10000	6,5	7280	6,0			

¹⁾ Durchleuchtung, nur BV+FS, und Aufnahmen, FBA cm, gemessene Mittelwerte

³⁾ Durchleuchtung (bis 90 kV), ohne FS, und Aufnahmen, FBA c. 70 cm, gemessene Mittelwerte

²⁾ Nur Durchleuchtung (bis 90 kV), ohne FS, theoretisch abgeschätzte Werte

⁴⁾ Durchleuchtung und Aufnahmen, 1990 ausgewertete Untersuchungen verschiedener Kliniken und Institute, 43 % Thorax, 57 % Abdomen, Durchl. meist nur bis 90 kV, 3 Inst. VB+FS, FBA ca. 70 cm

⁵⁾ Durchleuchtung, nur BV+FS, und Aufnahmen, FBA ca. 70 cm, gemessene Mittelwerte

Schoen, Griesser, die 5,8 Minuten angeben; entsprechend liegt bei ihnen auch das Flächendosisprodukt mit $3\,068\text{ R.cm}^2$ höher als bei uns ($751,8\text{ R.cm}^2$).

C.) Oesophagus

Bei der Oesophagus-Röntgenuntersuchung betrug die Dauer pro Untersuchung bei uns durchschnittlich 4 Minuten. Das entspricht fast den 3,9 Minuten, die bei Schoen, Griesser angegeben werden. Bei Arnal, Pychlau wurde durchschnittlich 3,4 Minuten durchleuchtet.

Das von uns ermittelte Flächendosisprodukt von $1\,830\text{ R.cm}^2$ wird bei Schoen, Griesser, die $2\,310$ angeben, deutlich übertroffen. Noch größer ist der Unterschied zu Arnal, Pychlau, bei denen ein Wert von $3\,070\text{ R.cm}^2$ erreicht wurde.

D.) Magen

Recht unterschiedliche Werte treten bei der Magen-Breipassage auf. Der von uns ermittelte durchschnittliche Wert für die Durchleuchtungszeit liegt bei 13,2 Minuten. Zieler nimmt für den Magen 7 Minuten an, Schoen, Griesser fanden 7,1 Minuten pro Patient; Arnal, Pychlau liegen mit 10,3 Minuten etwa in der Mitte. Die kürzeste Durchleuchtungszeit bringt wieder Chiba mit knapp 2 Minuten.

Das Flächendosisprodukt bei uns betrug im Mittel $7\,130\text{ R.cm}^2$. Bei Schoen, Griesser hingegen ist das Flächendosisprodukt mit $3\,554\text{ R.cm}^2$ nur etwa halb so groß wie bei uns, also ziemlich genau proportional zur Durchleuchtungszeit. Auch Zieler rechnet mit $2\,750\text{ R.cm}^2$ für die Durchleuchtung und 250 R.cm^2 pro Aufnahme einen - etwa im Verhältnis der Durchleuchtungszeiten - niedrigeren Wert aus. Arnal, Pychlau geben dagegen - trotz niedrigerer Durchleuchtungszeit - mit $8\,130\text{ R.cm}^2$ einen deutlich höheren Wert an.

E.) Galle

Die Galle-Durchleuchtung dauerte bei uns durchschnittlich 3,8 Minuten pro Patient. Das erscheint ziemlich lang im Vergleich zu den Angaben von Arnal, Pychlau, bei denen die Durchleuchtungsdauer 1,7 Minuten betrug und von Schoen,

Griesser, die einen Mittelwert von 2,1 Minuten ermittelten. Unser Flächendosisprodukt liegt mit $1\,985\text{ R.cm}^2$ ebenfalls höher als die von Arnal, Pychlau mit $1\,770\text{ R.cm}^2$ und Schoen, Griesser mit $1\,375\text{ R.cm}^2$ gefundenen Werte.

F.) Darm mit Kontrasteinlauf

Die Durchleuchtungsdauer für den Kontrasteinlauf betrug bei uns im Mittel 8,2 Minuten, das ist fast um ein Drittel länger als bei Arnal, Pychlau, die 6,5 Minuten pro Patient benötigen. Schoen, Griesser und Zieler, die als Mittelwert 6 Minuten angeben, liegen ebenfalls merklich unter unserem Wert.

Unser Flächendosisprodukt von $8\,230\text{ R.cm}^2$ liegt jedoch deutlich unter dem von Arnal, Pychlau, die $10\,000\text{ R.cm}^2$ angeben. Schoen, Griesser fanden einen Wert von $7\,280\text{ R.cm}^2$. Von Zieler wurden $3\,000\text{ R.cm}^2$, jedoch nur für Durchleuchtung, errechnet.

Abschließend kann gesagt werden:

Der Vergleich zeigt, daß die Flächendosisprodukte, die mit BVFS am Orbiskop erhalten werden, praktisch nicht geringer sind als die mit Leuchtschirm-Durchleuchtung gewonnenen Werte. (Automatische Formateinblendung bei BVFS vorausgesetzt) Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Röntgenuntersuchungen durchweg von Kollegen durchgeführt wurden, die noch nicht länger als 1 Jahr in der Röntgendiagnostik ausgebildet waren, was sich vor allem bei den benötigten Durchleuchtungszeiten auswirkt. Es war aber nicht angestrebt, möglichst niedrige Werte zu erreichen, sondern den Wirklichkeitsbezug möglichst eng zu gestalten.

Es fällt aber doch auf, daß die bei uns gefundenen mittleren Flächendosisprodukte in den meisten Fällen nicht um denselben Faktor größer sind wie die Durchleuchtungszeiten, insbesondere was den Vergleich mit Arnal, Pychlau anbetrifft. Bezieht man die gefundenen Werte auf gleiche Eintrittsfeldgrößen (bei Arnal, Pychlau jeweils etwa halb so groß wie bei uns) und

auf gleiche Durchleuchtungszeiten, so stellt sich heraus, daß sich die beiden einander entsprechenden Werte um den Faktor 3 (Magen, Darm) bis 4 (Galle, Oesophagus) unterscheiden, und dieser Faktor entspricht genau dem Unterschied in den Einfallsdosisleistungen, die von Arnal, Pychlau mit 7,7 (Oesophagus) bis 9,7 (Darm) R/Min. angegeben werden (vgl. Tab. 11)..Das heißt, es kommt durch unsere Untersuchungen klar zum Ausdruck, daß bei Fernsehdurchleuchtung bis 110 kV die benötigte Dosisleistung durchschnittlich nur ein Drittel bis ein Viertel derjenigen bei Leuchtschirmdurchleuchtung bis 90 kV beträgt, zumindest wenn die mögliche Empfindlichkeit der Bildverstärker ausgenützt wird (bei uns fast durchweg 20 μ R/sec Eingangsdosisleistung). Bei der Thoraxdurchleuchtung macht sich dieser Vorteil zwar nur etwa mit dem Faktor 2 geltend, insgesamt fällt ja aber die Strahlenbelastung bei dieser Untersuchung nur sehr wenig ins Gewicht (vgl. Tab. 12).

Die Flächen bei Durchleuchtung, die bei uns so verhältnismäßig groß gefunden wurden, können um ca. 20 % verringert werden, wenn die automatische Feldeinblendung so verkleinert würde, daß die Blendenkanten noch im Bild zu sehen sind. Die damit verbundene Verkleinerung des Bildes wäre nur geringfügig und könnte ohne weiteres in Kauf genommen werden. Die Sichtbarkeit der Blendenkanten hätte den weiteren Vorteil, daß sofort bemerkt würde, wenn die automatische Formatbegrenzung einmal nicht funktioniert. Eine weitere wesentliche Verkleinerung ohne Einbuße an Information würde sich durch eine Rundfeldeinblendung ergeben, wie sie neuerdings von der Industrie angeboten wird.

Für die Strahlenbelastung in der Umgebung des Untersuchungsgerätes gibt es wenig vergleichbare Literatur.

Seeger, Küders und Mayer, C.J. geben an, daß ein Chirurg, der bei 20 bis 25 % aller Schenkelhalsoperationen das Röntgenfernsehen zu Hilfe nimmt, einer Strahlenbelastung von 12 - 15 R pro Jahr an den Händen und 0,04 R pro Jahr unter

der Bleischürze unterworfen ist. (Höchstspannung an der Röntgenröhre 90 kV) Bei uns wurde für den Kopf des Untersuchers eine Maximaldosis bis zu 3 R pro Jahr bestimmt. Schulte-Brinkmann beschreibt die Belastung für den Untersucher durch Versuche am Phantom. Unter der Bleischürze erhält dabei der Untersucher maximal 5 mR pro Durchleuchtungsstunde. Bei uns ergeben sich weniger als 2 mR pro Durchleuchtungsstunde, wenn man eine wöchentliche Belastung von 6 mR (vgl. Abb. 8 und zugehörigen Text) bei einer Durchleuchtungszeit von 3,7 Stunden (vgl. Tab. 2) zugrundelegt. Die Maximalbelastung, die der Untersucher direkt am Untersuchungsgerät erhält, beträgt bei Schulte-Brinkmann etwa 100 mR/h. Das ist natürlich nicht zu vergleichen mit der Dosis von 8 - 20 mR/St., die bei unseren Messungen den Kopf des Untersuchers traf, da dieser etwa 0,8 m vom Untersuchungstisch entfernt stand.

Zusammenfassung

=====

Es war die Aufgabe gestellt, an einem Orbiskop (fernbedienbares Spezialröntgenuntersuchungsgerät mit Fernsehdurchleuchtung) die Strahlenbelastung von Arzt und Patient während der Untersuchungstätigkeit, die sich auf Thorax und Abdomen erstreckte, experimentell zu ermitteln. Dazu wurden während eines Zeitraums von 13 Wochen (580 Pat.) bei jedem Patienten die folgenden Größen bestimmt: Flächendosisprodukt, Durchleuchtungszeit, mittlere Durchleuchtungsfeldgröße, Röntgenröhren-Betriebsbedingungen (während der Durchleuchtung gesteuert von der automatischen Helligkeitsstabilisierung) sowie Anzahl und Formate der Zielaufnahmen. Die Meßergebnisse wurden jeweils für 1 Woche zusammengefaßt und nach den einzelnen Untersuchungsgruppen (Lunge + Herz, Oesophagus, Galle, Magen, Darm, Sonstige) getrennt tabellarisch und teilweise auch graphisch dargestellt.

Außerdem wurden während 6 Wochen die wöchentlich sich ergebenden Personendosen am Untersucher (Kopf und Rumpf) und die Ortsdosis am Bedienpult gemessen.

Ferner wurden gemäß den festgestellten Betriebsbedingungen mittels Phantomuntersuchungen Patienten-Eintritts- und -Austrittsdosen gemessen und daraus die mittlere Hautbelastung der Patienten bei den verschiedenen Untersuchungen abgeschätzt.

1) Das Flächendosisprodukt pro Untersuchung liegt für Magen und Darm etwa um den Faktor 12 - 13 höher als für Lunge + Herz. So machten die Untersuchungen im Thoraxbereich zwar nahezu $\frac{2}{3}$ der Gesamtzahl aus, bedingten jedoch nur etwa $\frac{1}{5}$ der Strahlenbelastung der Patienten. Demgegenüber betrug der Patientenanteil für Magen- und Darmuntersuchungen nur knapp $\frac{1}{4}$, die zugehörige Flächendosisprodukt-Summe jedoch fast $\frac{3}{4}$ des Gesamtwertes.

2) Die für die einzelnen Untersuchungsgruppen gefundenen mittleren Flächendosisprodukte liegen deutlich unterhalb der unter vergleichbaren Bedingungen aber mit Leuchtschirmdurchleuchtung gewonnenen Literaturwerte (S. 25). Sie betragen nur das 0,5-0,7-fache dieser Werte, wenn auf gleiche Durchleuchtungszeiten umgerechnet wird. Ihre Höhe wurde bei uns vor allem durch die Eintrittsfeldgröße und die Durchleuchtungszeit bestimmt und könnte durch optimale Einblendung - auch im Hinblick auf die AutomatikEinstellung - ohne Einbuße an Information noch wesentlich herabgesetzt werden.

3) Trotz der relativ hohen Durchleuchtungszeiten, die am Orbiskop erreicht wurden, lagen die Hautdosen an der Eintrittsseite des Patienten, auch wenn man den ungünstigsten Fall, d. h. unbewegtes Eintrittsfeld, annimmt, im Mittel zwischen etwa 4 R bei der Untersuchung von Lunge + Herz und etwa 40 R bei der Untersuchung des Magens, wobei im letzteren Falle der Anteil der Aufnahmen 15 % betrug. Diese Dosen können als unkritisch angesehen werden.

4) Für die Strahlenbelastung des Untersuchers ergaben sich am Rumpf unter einer Bleigummischürze (0,25 mm Pb) Werte von 0,2 bis 0,3 R pro Jahr, wenn 40 - 60 Patienten je Woche nur von einem Arzt untersucht werden. Bei Verteilung der Arbeit auf mehrere Untersucher reduziert sich diese Jahresdosis entsprechend. Die Dosis an dem dem Patienten zugewandten Teil des Kopfes kann bei relativ kleinem Abstand zwischen Untersucher und Patient bis zum 10-fachen der Dosis am Rumpf betragen.

Insgesamt kann gesagt werden, daß bei dem untersuchten Spezialgerät selbst unter den hier zugrundeliegenden nicht optimalen Bedingungen (relativ kleiner Abstand vom Patienten, relativ kurze Ausbildungsdauer, nicht regelmäßige Benützung der Bleilaschen am Patienten) sowohl die Strahlenbelastung des Arztes als auch die des Patienten im Rahmen des Vertretbaren liegt (vgl. Röntgenverordnung^{*)}), daß aber doch alle gegebenen Möglichkeiten zu weiterer Verringerung ausgeschöpft werden sollten.

*) Verordnung über den Schutz von Schaden durch Röntgenstrahlen von März 73, § 32.

Die Arbeit wurde an der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Universität München (Direktor: Prof. Dr. med. J. Lissner) durchgeführt.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. J. Lissner für die Überlassung des Themas und Herrn Akad.-Direktor Dipl.-Physiker Dr. Erich Bunde für die jederzeit freundliche Unterstützung und Beratung bei Durchführung der Arbeit.

Literaturverzeichnis

- A-1 Arnal, M., Pychlau, H.:
Die Strahlenbelastung des Patienten bei röntgen-
diagnostischen Untersuchungen
Ärztl. Forschung, 5: 247, 1962
- B-1 Barke, R., Gursky, S.:
Probleme und Ergebnisse der Patientendosimetrie in
der Magen-Darm-Diagnostik
Fortschr. Röntgenstr. 106: 125, 1967
- B-2 Bunde, E.:
Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Patienten-
dosimetrie in der Röntgendiagnostik
Deutscher Röntgenkongress 1963
- C-1 Carlsson, C.:
Integral absorbed doses in roentgen diagnostic
procedures. Measurement of integral doses in two
roentgendiagnostic departments
Acta radiol. 3: 384, 1965
- C-2 Chiba, W.:
Vergleichende Dosimetrie zwischen konventioneller
Durchleuchtung und Bildverstärker-Fernsehkette im
Röntgendiagnostik-Routinebetrieb
Wien. Med. Wschr. 119: 73, 1969
- D-1 DIN 6814/Blatt 3
- D-2 DIN 6819
- F-1 Frick, W.:
Röntgenfernsehen und Strahlenbelastung
Radiologe 4: 146, 1964

- G-1 Gayler, B.W., Donner, M.W.:
Das Orbiskop - ein neues Durchleuchtungsgerät
Electro medica 5/72
- K-1 Köhler, R.:
Vergleichende Untersuchung über Strahlenexposition
im röntgendiagnostischen Routinebetrieb mit konven-
tioneller bzw. Bildverstärker-Fernsehkette-Durch-
leuchtung
Röntgenblätter 23: 543, 1970
- P-1 Pychlau, H., Bunde, E.:
The absorption of x roys in a body equivalent phantom.
A paper read in the symposium on Patient Dose in
Radiodiagnosis at the British Institute of Radiology
on November 19, 1964
- S-1 Schoen, D., Griesser, G.:
Vorläufige Ergebnisse einer Erhebungsaktion über Strah-
lenbelastung des Patienten bei Durchleuchtung mit und
ohne gezielte Aufnahmen
Bericht über die 44. Tagung der Deutschen Röntgenge-
sellschaft Teil A: 180, 1964
- S-2 Schulte-Brinkmann, W.:
Die Strahlenexposition von Patienten und radiologisch
Beschäftigten bei Herzsondierungen sowie Kontrastmittel-
darstellungen des Herzens und der großen Gefäße
Strahlentherapie 129: 139, 1966
- S-3 Seeger, W., Küders, K., Mayer, W.:
Strahlenbelastung bei Schenkelhalsoperationen
Chirurg 40: 553, 1969

S-4 Stieve, F.E.:

Die Dosisbelastung bei der Bildverstärker-Durchleuchtung

Radiologe 10: 357, 1970

Z-1 Zieler, E.:

Erfahrungen mit der simultanen Dosismessung in der Röntgendiagnostik

Röntgenblätter 14: 4, 1961

Lebenslauf

Am 27. 1. 1942 wurde ich als erstes Kind der Eheleute Frantisek und Jindra Peroutka in Prag geboren.

Meine Schulausbildung schloß ich am 29. 6. 1959 mit dem Abitur ab.

1961 bestand ich die MTA-Prüfung als Röntgen-Assistentin.

Das Studium der Medizin begann ich 1965 in Prag.

1968 emigrierte ich aus politischen Gründen in die Bundesrepublik Deutschland.

Das medizinische Studium beschloß ich im Dezember 1971 mit dem Staatsexamen an der Universität München.

Meine Zeit als Medizinalassistentin verbrachte ich in der I. Medizinischen Klinik der Universität München, in der Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Freising sowie in der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Universität München.

Seit März 1973 arbeite ich als Assistenzärztin in der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Universität München.

